



Laboratoire d'Analyse Numérique et d'Optimisation

Université des Sciences et Technologies de Lille
59655 - Villeneuve d'Ascq cedex
France

Rapport d'Activités 1997 –2000

Téléphone : (33) (0) 3 20 43 46 71

Fax : (33) (0) 3 20 43 68 69

URL : <http://ano.univ-lille1.fr>

TABLE DES MATIÈRES

Composition du Laboratoire	3
Domaines de recherche	5
Bilan du Laboratoire	5
Rapport scientifique et financier	6
Description des travaux	6
Fiabilité des calculs et applications à l'optimisation	6
Approximation rationnelle et fractions continues	7
Calcul formel	8
Méthodes d'accélération de la convergence	8
Méthodes numériques en contrôle linéaire	9
Parallélisation d'algorithmes	9
Polynômes orthogonaux	9
Systèmes d'équations linéaires et non linéaires	11
Opérateurs aux différences et systèmes dynamiques discrets	13
Analyse numérique des équations aux dérivées partielles et calcul scientifique intensif	14
Utilisation des crédits des 4 années précédentes	16
Bilan quantitatif	17
Publications	17
Thèses et Habilitations	28
Invités	31
Communications invitées à des congrès	32
Autres communications à des congrès	35
Séjours invités	37
Séminaires	39
Organisation de congrès	43
Fonctions éditoriales	46
Contrats et accords de coopérations	47
Information et diffusion de la culture scientifique	48
Politique scientifique à venir	49
Théorie de l'approximation et applications	49
Calcul formel et calcul scientifique	51
Analyse numérique des équations aux dérivées partielles et calcul scientifique intensif	52
Conclusions	54

COMPOSITION DU LABORATOIRE

Directeur

Claude Brezinski, Professeur

Membres

Bernhard Beckermann, Maître de Conférences Habilité
Said Belmehdi, Maître de Conférences Habilité
Moulay Driss Benchiboun, Maître de Conférences
Jean Beuneu, Maître de Conférences
Caterina Calgaro, Maître de Conférences
Jean-Paul Chehab, Maître de Conférences
Jacques Denel, Professeur
Bernard Germain-Bonne, Professeur
Farida Hocine, Maître de Conférences
Ana Matos, Maître de Conférences
Nathalie Revol, Maître de Conférences
François van Iseghem, Maître de Conférences
Jeanne van Iseghem, Professeur

ATER

Hassane Ayachour (1996–1998)
Azzedine Essai (1997–1999)
Christophe Musschott (1997–1999)
Guy Moebs (1998–1999)
Séraphin Mefire (1999–2000)
Ahmed El Guennouni (1999–2001)
Malika Elkyal (1999–2001)
Fathallah Moutazaim (1999–2001)

PAST

Valéri Kaliaguine (1997–2000)

Secrétaire

Valérie Hemeidan (à mi-temps)

Étudiants en thèse en 2000

- A. Bentbib (Thèse État, Marrakech), directeur : B. Germain-Bonne
- E. Bourreau, directeur : B. Beckermann
- G. Boutry, directeur : C. Brezinski
- A. El Guennouni (HDR), directeur : C. Brezinski
- J. Matos (Porto), directeur : A. Matos
- B. Rhanizar (Thèse État, Marrakech), directeur : C. Brezinski
- M.N. Senhadji (Thèse État, Oran), directeur : B. Germain-Bonne
- A. Sequeiro (Porto), co-directeur : C. Brezinski
- L. Touijrat (ENS Rabat), directeur : S. Belmehdi
- H. Zourhlal, directeur : B. Beckermann

DOMAINES DE RECHERCHE

Les thèmes de recherche du Laboratoire ANO sont

- Fiabilité des calculs et applications à l'optimisation.
- Approximation rationnelle et fractions continues.
- Calcul formel.
- Méthodes d'accélération de la convergence.
- Méthodes numériques en contrôle linéaire.
- Parallélisation d'algorithmes.
- Polynômes orthogonaux.
- Systèmes d'équations linéaires et non linéaires.
- Opérateurs aux différences et systèmes dynamiques discrets.
- Analyse numérique des équations aux dérivées partielles et calcul scientifique intensif.

BILAN DU LABORATOIRE

Le bilan de l'activité du Laboratoire ANO depuis 1997 est le suivant

Livres	1
Édition d'actes de congrès	3
Articles	71 + 33 d'étudiants
Thèses	7
Habilitations	5

DESCRIPTION DES TRAVAUX

Dans certains de ses domaines d'activité (méthodes d'accélération de la convergence, approximations rationnelles, polynômes orthogonaux, algèbre linéaire), le Laboratoire ANO se situe à la pointe de ce qui se fait mondialement et ses travaux servent de référence comme en témoignent ses contacts internationaux. De nombreux concepts et de nombreuses méthodes ont pris naissance dans ce Laboratoire.

Ces dernières années, le Laboratoire a diversifié ses activités scientifiques et de nouveaux thèmes de recherche ont vu le jour : arithmétique d'intervalles, parallélisation d'algorithmes, méthodes numériques pour les équations aux dérivées partielles et calcul scientifique intensif, systèmes dynamiques, méthodes numériques en contrôle linéaire.

Nous allons maintenant décrire nos activités de recherche. Il est évident que certains de ces thèmes ne sont pas étanches et ont de très fortes connexions entre eux.

Dans la suite, seuls sont pris en considération les travaux publiés ou acceptés. Les travaux soumis n'ont pas été pris en compte.

les numéros se rapportent à la bibliographie donnée après

- **Fiabilité des calculs et applications à l'optimisation :** *B. Germain-Bonne, N. Revol*
B. Germain-Bonne

B. Germain-Bonne a dirigé la Thèse d'État de A. Bentbib à l'Université de Marrakech sur la résolution des systèmes d'équations linéaires en arithmétique d'intervalles.

N. Revol

Dans le cadre d'un ouvrage collectif portant sur la qualité des calculs sur ordinateur, diverses arithmétiques destinées à fournir des résultats plus précis que ceux des calculs en arithmétique flottante usuelle sont présentées. Une possibilité consiste à calculer en précision fixée mais grande, avec un nombre de chiffres laissé au choix de l'utilisateur : il s'agit de l'arithmétique multi-précision présentée dans [1].

L'arithmétique par intervalles, où chaque calcul fournit un intervalle contenant le résultat de façon garantie, est actuellement étudiée : d'une part, une implantation parallèle de l'algorithme d'optimisation globale de Hansen, qui est basé sur l'arithmétique par intervalles, est menée et les premiers résultats ont été présentés à la conférence TC7 et, d'autre part, le traitement des contraintes est en cours d'intégration.

Le calcul hardware des fonctions élémentaires (\exp , \sin , $\argth\dots$) peut s'effectuer selon un algorithme à base d'additions et de décalages, très efficaces ; un algorithme permettant d'économiser beaucoup de ces additions et décalages au prix d'un petit nombre d'opérations supplémentaires est paru [65].

- **Approximation rationnelle et fractions continues :** *B. Beckermann, C. Brezinski, A. Matos, J. van Iseghem*

B. Beckermann

De nouveaux théorèmes de convergence pour les fractions continues de type J sont exposés dans [5, 9], en précisant le comportement asymptotique des dénominateurs associés en fonction de l'ensemble résolvant de la matrice de Jacobi associée. Des résultats de ce type (convergence uniforme, convergence en capacité) étaient connus seulement pour l'approximation de certaines fonctions de Markov par les fractions continues de type J — ici l'opérateur est auto-adjoint et l'ensemble des singularités de la fonction coïncide avec le spectre de l'opérateur de Jacobi. Actuellement on discute certaines généralisations pour l'approximation rationnelle d'un vecteur ou d'une matrice de fonctions : le but est de caractériser les domaines de convergence à l'aide des propriétés spectrales de l'opérateur associé.

C. Brezinski

Des estimations de l'erreur pour les approximants de Padé sont décrites dans [36].

La liaison entre approximants de Padé et méthodes de sous-espace de Krylov pour la résolution des systèmes d'équations linéaires est donnée dans [41].

A. Matos

Dans [60], une représentation intégrale de l'erreur des approximants de type Padé généralisés a été donnée. On en a déduit, pour des fonctions définies par des développements en série de polynômes orthogonaux classiques, des estimations de la vitesse de convergence de ces approximants. On a aussi obtenu des résultats sur le comportement asymptotique de l'erreur de ces approximants pour des fonctions de Stieltjes généralisées.

On s'est aussi intéressé à l'étude des approximants de Padé pour des séries orthogonales. On a obtenu des algorithmes récursifs pour le calcul de suites de ces approximants - algorithmes de type Frobenius et de type Kronecker. Des propriétés de convergence et d'accélération pour des suites d'approximants de Padé-Legendre ont été obtenues dans [62]. Des applications aux méthodes spectrales pour la résolution d'équations aux dérivées partielles ont donné de bons résultats numériques. Ce travail se poursuit et fait l'objet d'un sujet de thèse d'un étudiant de l'université de Porto (José Matos).

J. van Iseghem

Des utilisations de l'approximation vectorielle ont été développées en collaboration avec P.R. Graves-Morris : une autre façon de considérer l'approximation en deux points avec l'approximation rationnelle des séries de Laurent d'une part, un résultat de convergence pour ces approximations d'autre part [67].

La théorie des polynômes orthogonaux par rapport à une fonctionnelle matricielle a été développée. Les polynômes sont des vecteurs de polynômes et la relation avec d'autres théories où les polynômes sont matriciels est établie dans [66].

Le point de vue complémentaire de l'approximation rationnelle et des polynômes orthogonaux est le point de vue des fractions continues, le premier considéré historiquement parlant. Une

définition nouvelle de quotient partiel de matrices a permis de définir des fractions continues matricielles. Ces définitions sont canoniques dans la mesure où elles permettent d'associer la théorie des fractions continues aux théories d'orthogonalité matricielle et d'approximation précédentes [68]. Les fractions matricielles ont permis d'aborder d'autres problèmes : fonction résolvante et fonction de Weyl d'un opérateur représenté par une matrice bi-infinie bande. Cette étude est complète dans le cas particulier où la bande est creuse avec une seule surdiagonale, et permet de considérer des fonctions de Stieltjes vectorielles [69]. On a pu ainsi caractériser les fractions continues de Stieltjes vectorielles et matricielles [70].

- **Calcul formel :** *B. Beckermann*

B. Beckermann

Ces dernières années, de nombreux chercheurs en calcul formel ont utilisé des éléments d'analyse numérique dans le domaine du calcul "semi-numérique" pour étudier la sensibilité des outils classiques en calcul formel par rapport aux perturbations des données. En collaboration avec l'université de Waterloo (Canada), on a proposé une méthode efficace et numériquement stable du type "look-ahead" pour tester si deux polynômes "numériques" sont premiers entre eux [6, 8].

L'efficacité d'une méthode en calcul formel est souvent liée à la vitesse d'augmentation du nombre de chiffres des quantités intermédiaires. Pour la résolution efficace de certains systèmes linéaires structurés à coefficients dans un anneau abstrait (rencontrés par exemple dans l'approximation rationnelle scalaire, vectorielle ou matricielle) on a développé des algorithmes dits "sans fractions" [3, 13, 14]. Une généralisation de ces méthodes permet le calcul sans fractions d'une forme normale d'une matrice polynomiale [10].

- **Méthodes d'accélération de la convergence :** *C. Brezinski, B. Germain-Bonne, A. Matos*

C. Brezinski

De nombreuses méthodes itératives produisent des suites de vecteurs. Lorsque la convergence est lente, il est possible de transformer la suite en une autre suite de vecteurs qui converge, sous certaines hypothèses, plus vite. Une méthodologie générale pour de telles transformations a été donnée dans [32]. Des méthodes particulières sont introduites dans [49] et appliquées à l'accélération des méthodes itératives pour les systèmes linéaires.

Les articles [43, 44] ont été écrits à la demande pour une encyclopédie. Ce sont de petites introductions au procédé Δ^2 d'Aitken et aux algorithmes d'extrapolation.

La liaison entre estimation de l'erreur et méthode d'accélération de la convergence est exposée dans [37].

Les équations aux différences jouent un rôle central dans les méthodes d'accélération de la convergence. Cette connexion est exposée dans [46].

B. Germain-Bonne

B. Germain-Bonne a dirigé la Thèse d'État de M.N. Senhadji à l'Université d'Oran sur le conditionnement des méthodes quasi-linéaires d'accélération de la convergence.

A. Matos

Basé sur cette nouvelle approche des méthodes d'extrapolation, on a étudié dans [61] le noyau et les propriétés d'accélération de suites de transformations de la forme $T_n = L(S_n/D_n)/L(1/D_n)$, où (S_n) est la suite dont on veut calculer la limite, (D_n) est une estimation de l'erreur et L est un opérateur aux différences. Des résultats ont été obtenus pour différentes classes d'opérateurs L en utilisant la théorie des opérateurs linéaires. On a donné une méthode qui permet, à partir du développement asymptotique de l'erreur d'une classe de suites, de construire un opérateur tel que la transformation correspondante accélère cette classe.

- **Méthodes numériques en contrôle linéaire :** *C. Brezinski*

C. Brezinski

En contrôle linéaire, on a besoin, pour les systèmes à une seule entrée et une seule sortie, de représenter la fonction de transfert par une fraction rationnelle de degré moindre. Pour cela, on utilise les approximants de Padé qui, pour une raison de stabilité numérique, sont calculés en utilisant leur connexion avec la méthode de tridiagonalisation de Lanczos. Le même problème se pose pour les systèmes à plusieurs entrées et plusieurs sorties. Cette question a été étudiée dans un travail soumis.

Dans le cadre d'un nouveau cours de DEA, un livre sur les aspects numériques du contrôle linéaire est en cours de rédaction.

- **Parallélisation d'algorithmes :** *C. Calgato, N. Revol*

C. Calgato

L'utilisation de la méthode de décomposition de domaine augmente le potentiel de parallélisme du calcul en éléments finis. L'article [56] considère une méthode de type Schur duale, afin de ramener le problème de Stokes à un problème de point-selle qui sera résolu sur l'interface des sous-domaines grâce à la détermination d'un multiplicateur de Lagrange. Un préconditionnement du problème dual est aussi considéré.

N. Revol

L'étude de la parallélisation des algorithmes de type Branch and Bound a été menée au LIFL (Laboratoire d'Informatique Fondamentale de Lille) et a conduit à la conception et au développement du support d'exécution parallèle PM². Une collaboration a permis d'une part de paralléliser l'algorithme d'optimisation globale de Hansen, qui relève de la catégorie Branch and Bound, et d'autre part d'étendre PM² pour lui permettre de gérer des architectures parallèles hétérogènes (typiquement des grappes de PCs avec réseau rapide reliées entre elles par un réseau lent de type Internet) : les divers aspects de ce travail sont présentés dans [64] et [63]. De plus, un cours sur la parallélisation des algorithmes Branch and Bound a été donné lors d'une école de troisième cycle au Maroc.

- **Polynômes orthogonaux :** *B. Beckermann, S. Belmehdi, C. Brezinski, M.D. Benchiboun*

B. Beckermann

Une manipulation numériquement stable des polynômes orthogonaux est possible à partir des coefficients de la récurrence à trois termes associée. Souvent, ces coefficients peuvent être obtenus avec une grande précision par l'algorithme des moments modifiés, en utilisant un autre système connu de polynômes orthogonaux. Dans ce contexte, le conditionnement de certaines applications non-linéaires sous-jacentes a été étudié [7]. L'étude d'une généralisation vectorielle est en cours [76].

Dans des domaines d'applications comme la théorie du codage ou les systèmes dynamiques de Toda, on rencontre des polynômes orthogonaux par rapport à une orthogonalité discrète. L'asymptotique de ces polynômes orthogonaux discrets a été discutée et une conjecture de Rakhmanov résolue [15].

S. Belmehdi

Une suite $\{P_n\}_{n \geq 0}$ orthogonale par rapport à la forme \mathcal{L} est semi-classique de classe s si et seulement si \mathcal{L} vérifie une équation fonctionnelle dans le dual topologique de l'ensemble des polynômes à coefficients complexes (ou encore si la fonction poids -lorsqu'elle existe- vérifie une équation différentielle linéaire du premier ordre, homogène à coefficients polynômiaux), s est un paramètre lié à l'équation fonctionnelle.

Une étude exhaustive de la classe $s = 1$ a été faite, il se trouve que les polynômes orthogonaux par rapport à ces formes jouent un rôle important en mécanique quantique, en cinétique, en statistique, etc...

A partir de l'équation fonctionnelle vérifiée par une forme linéaire semi-classique, nous avons mis sur pied un algorithme qui détermine les coefficients de la relation de récurrence à trois termes vérifiée par les polynômes orthogonaux associés à cette forme [21].

Karlin et Mc Gregor ont montré les liens entre les processus de naissance et de décès et les polynômes orthogonaux. Dans ce cadre, les polynômes associés tiennent un rôle central (solution de l'équation de Chapman-Kolmogorov). Les polynômes associés appartiennent à une famille beaucoup plus large, qu'on appelle les polynômes de Laguerre-Hahn, en d'autres termes, si \mathcal{L} est la forme par rapport à laquelle $\{P_n\}_{n \geq 0}$ est orthogonale, et S la fonction de Stieltjes formelle associée à \mathcal{L} . $\{P_n\}_{n \geq 0}$ est de Laguerre-Hahn si et seulement si S vérifie une équation différentielle de Ricatti.

Ici, au départ à l'aide de Reduce, puis de Mathematica et ensuite analytiquement nous avons établi les équations différentielles du quatrième ordre vérifiées par les polynômes associés. D'autres auteurs ont eu énormément de difficultés à obtenir ces résultats (cf. R. Askey, J. Wimp, M. Ismail, J. Letessier, G. Valent....) [21].

Récemment nous avons établi une version algébrique de la formule de Rodrigues, pour les classiques sans faire appel à aucune représentation des forme linéaires qui leurs sont associées; la notion clef est l'opérateur adjoint de l'opérateur dérivation.

Nous avons obtenu des résultats importants sur la localisation des racines des polynômes orthogonaux classiques (définis positifs ou pas) sans faire référence à des théorèmes de type Klein ou Hurwitz.

Nous avons mis en évidence des suites de polynômes orthogonales par rapport à des formes de type Sobolev.

Une nouvelle caractérisation des polynômes orthogonaux semi-classiques nous a permis de tirer des informations sur la multiplicité des zéros de ces polynômes [21].

Certains problèmes de physique exigent l'évaluation des intégrales contenant le produit de trois polynômes (voire plus); pour résoudre cette question, nous avons développé le produit des polynômes selon une des suites. Les coefficients qui interviennent dans ce développement sont appelés coefficients de linéarisation, ces coefficients vérifient des équations aux différences partielles ou des relations de récurrence de type fini. Ces équations ont été traitées à l'aide de Mathematica et Maple [20].

Un problème lié au précédent est d'exprimer une suite de polynômes orthogonaux en fonction d'une autre; les coefficients de ce développement sont appelés coefficients de connexion, ici aussi nous obtenons des équations aux différences partielles, qui ont été étudiées à l'aide de Mathematica et nous avons donné des conditions sur leur positivité (la positivité des coefficients de connexion a été une clef importante dans la démonstration de la conjecture de Bieberbach par Louis de Branges) [19].

M.D. Benchiboun

Dans le cadre d'une thèse d'habilitation avec S. Belmehdi, nous travaillons sur les polynômes orthogonaux matriciels. Nous avons d'abord commencé par définir ces polynômes et par donner un certain nombre de propriétés qui sont évidemment utilisées par la suite. Des généralisations de résultats fondamentaux des cas scalaires et vectoriels ont été établies (comme par exemple la relation de récurrence à trois termes ou l'orthogonalité des polynômes dérivés). Nous continuons bien sûr à travailler sur ces polynômes et plus particulièrement sur leurs applications. Ces travaux sont en phase de rédaction et seront prochainement soumis pour publication.

C. Brezinski

Dans [22], on donne des propriétés des racines de diverses familles de polynômes biorthogonaux.

Des polynômes orthogonaux au sens des moindres carrés sont décrits dans [47].

- **Systemes d'équations linéaires et non linéaires :** *B. Beckermann, C. Brezinski, J.P. Chehab, J. van Iseghem*

B. Beckermann

Les matrices possédant une certaine structure — comme par exemple les matrices de Vandermonde avec des abscisses réelles, les matrices de Hankel définies positives et les matrices de Krylov construites à partir d'une matrice symétrique — sont considérées comme étant toujours très mal conditionnées, même si elles ont une taille modeste. Confirmant cette observation, des bornes inférieures pour le conditionnement des éléments de ces classes particulières de matrices ont été proposées dans [16], bornes qui sont asymptotiquement atteintes.

Dans l'approximation polynomiale au sens des moindres carrés on rencontre la nécessité de mesurer l'erreur des approximants liée à une incertitude sur les données. Pour atteindre ce but, on a mené une étude sur le conditionnement des matrices de Vandermonde généralisées

avec une distribution donnée des abscisses (par exemple équidistantes) [11]. Dans ce but, on se sert d'une généralisation récente de la théorie du potentiel dans le plan complexe en présence d'un champ extérieur où l'on ajoute encore une contrainte sur les mesures en considération.

Dans la résolution par le gradient conjugué des systèmes d'équations linéaires provenant par exemple d'une discrétisation d'une équation aux dérivées partielles, on observe souvent une convergence particulièrement rapide dite "superlinéaire". Une explication heuristique donnée par de nombreux auteurs est la répartition non homogène du spectre. Dans une collaboration en cours avec l'Université Catholique de Leuven (Belgique), on a pu vérifier théoriquement cet argument et justifier analytiquement le comportement superlinéaire de convergence [18]. Comme outil essentiel on se sert de la théorie du potentiel logarithmique. Dans ce contexte, on a également obtenu des résultats sur la convergence des valeurs de Ritz.

C. Brezinski

De nombreux travaux se rapportent aux méthodes numériques pour la résolution des systèmes d'équations linéaires.

Les méthodes de projections ont été exposées dans [1, 24].

Dans les méthodes de projection basées sur la méthode de Lanczos, une division par zéro ou par une quantité voisine de zéro peut se produire. C'est un problème algorithmique important qui, s'il n'est pas traité, conduit soit à un arrêt de la procédure soit à une instabilité numérique. Ces questions ont été résolues à l'aide de la théorie des polynômes orthogonaux formels dans [72, 23, 26, 31, 39, 40] pour les divers algorithmes de Lanczos ainsi que pour le CGS et le BiCGSTAB. Une comparaison de diverses stratégies de traitement de ce problème est faite dans [80]. Dans [51], on compare l'approche matricielle de ces questions avec celle utilisant les polynômes orthogonaux formels. La référence [53] est une synthèse avec, en plus, l'introduction du préconditionnement dans la théorie.

L'un des inconvénients de la méthode de Lanczos est qu'elle nécessite d'effectuer des produits avec la matrice transposée du système. C'est pour éviter cet inconvénient que le CGS et le BiCGSTAB ont été proposés. Cependant, les coefficients des relations de récurrence de ces algorithmes sont les mêmes et l'on peut donc programmer simultanément et à coût supplémentaire très faible plusieurs de ces algorithmes. Les articles [25, 28, 30] sont consacrés à cette idée.

Des modifications de la méthode de Lanczos en vue de sa parallélisation sont abordées dans [91]. Des techniques de redémarrage et de déflation de la méthode GMRES sont données dans [92].

La théorie des méthodes de Vorobyev et de Lanczos par bloc pour la résolution des systèmes linéaires avec plusieurs seconds membres est exposée dans [52]. Des algorithmes de type Lanczos sont donnés dans [94].

Diverses mises en œuvre de la méthode de tridiagonalisation de Lanczos sont comparées dans [50] du point de vue de leur stabilité numérique.

Lorsqu'un système d'équations linéaires est mal conditionné, les erreurs dues à l'arithmétique de l'ordinateur polluent le résultat. Une technique consiste à le régulariser. Cependant, le

choix du paramètre de régularisation est un problème délicat : s'il est trop petit, on ne gagne rien en précision tandis que, s'il est trop grand, la solution exacte du système régularisé est trop éloignée de la vraie solution. Des techniques d'extrapolation pour éviter ces inconvénients sont proposées dans [33].

Des méthodes hybrides, qui combinent deux méthodes itératives pour en construire une meilleure, sont décrites dans [27]. Elles ont été étendues aux systèmes non linéaires dans [29] et appliquées aux équations aux dérivées partielles.

Des estimations de la norme de l'erreur de la solution approchée d'un système linéaires sont données dans [42], voir [35] pour un résumé. Elles sont valables pour toute norme et toute méthode.

C. Brezinski, J.P. Chehab

Des méthodes de descente mettant en jeu des paramètres différents selon les composantes sont proposées dans [38]. Dans [34], elles ont été étendues aux systèmes d'équations non linéaires avec des applications aux équations aux dérivées partielles.

J. van Iseghem

Les méthodes de Lanczos pour la résolution des systèmes linéaires sont en fait l'utilisation systématique des polynômes orthogonaux pour générer des approximations de la solution. L'utilisation de l'orthogonalité vectorielle semble une alternative aux méthodes dites tronquées. Utilisée en dimension variable, cela semble une alternative aux méthodes dites redémarrées (article soumis).

- **Opérateurs aux différences et systèmes dynamiques discrets :** *B. Beckermann, J. van Iseghem*

B. Beckermann

Les opérateurs aux différences non-symétriques sur l'ensemble des suites de carré sommable ont de multiples applications. Néanmoins, leur théorie spectrale semble très peu développée. Une caractérisation équivalente de l'ensemble résolvant d'un opérateur à trois diagonales en fonction de l'asymptotique des polynômes orthogonaux formels associés a été proposée dans [17]. Cette étude a été poursuivie dans [12] où l'on discute quelques généralisations du problème classique des moments et celui de l'extension auto-adjointe d'un opérateur de Jacobi.

J. van Iseghem

Les études précédentes (théorie des fractions continues vectorielles et matricielles, polynômes orthogonaux vectoriels) ont permis de chercher la solution de certains systèmes dynamiques discrets définis par une paire de Lax $A' = LA - AL$ où A apparaît comme la matrice d'un opérateur aux différences non symétrique défini sur l^2 . La méthode suivie est la méthode spectrale inverse pour trouver la solution sous forme d'une fraction continue matricielle ou vectorielle. Elle est ainsi constructive en fournissant une suite explicite d'approximations rationnelles de la solution [69, 71]. Ces travaux ont été particulièrement favorisés par les collaborations qui ont pu être développées avec les Universités de Moscou et de Nizni Novgorod.

- **Analyse numérique des équations aux dérivées partielles et calcul scientifique intensif** : *C. Calgaro, J.P. Chehab*

C. Calgaro

La résolution des équations aux dérivées partielles non linéaires évolutives reste un problème très difficile surtout lorsque la solution ne converge pas vers un état stationnaire. L'intégration sur de très longs intervalles de temps, ainsi que des discrétisations très fines en espace, amène à résoudre des problèmes de très grosse taille à chaque pas de temps.

Le premier enjeu consiste à trouver une notion de séparation des échelles dans le cadre des éléments finis et des différences finies. Cette séparation est à la base des méthodes multi-niveaux qui portent sur le traitement différent des diverses échelles de la solution. Une nouvelle approche consistant à négliger les variations en temps des termes d'interaction entre les grandes et les petites structures se trouve en [54]. L'algorithme proposé a une structure en V-cycles et permet de ne pas résoudre le problème de Burgers visqueux sur tous les niveaux à chaque pas de temps. L'étude théorique et numérique a été ensuite étendue aux équations évolutives de Navier–Stokes dans [55], en ajoutant une analyse locale des termes d'interactions entre les diverses échelles.

J.P. Chehab

La résolution numérique d'équations aux dérivées partielles avec une grande précision, c'est-à-dire comparable à celle des méthodes spectrales, peut être réalisée en différences finies à l'aide de schémas compacts (SC). Il est nécessaire de pouvoir résoudre efficacement les systèmes linéaires mettant en jeu les matrices produites par cette technique de discrétisation (SC) (ces matrices sont pleines). Les SC peuvent être vus comme des approximations quasi-rationnelles d'opérateurs aux différences ce qui motive l'utilisation de préconditionneurs polynomiaux. Dans certains cas on a démontré que le conditionnement infini des matrices ainsi préconditionnées demeurerait borné indépendamment de la taille du système considéré (Note ANO 406).

D'autres travaux portant sur le préconditionnement, à l'aide notamment des préconditionneurs hiérarchiques, ont été réalisés.

Les préconditionneurs hiérarchiques (PH) sont utilisés pour produire des structures d'ordre de grandeurs différents en des points distincts d'un maillage ou d'une grille, selon que l'on discrétise le problème en différences finies ou en éléments finis. Cette hiérarchie *a priori* des blocs de composantes d'un vecteur représentant la solution discrète d'un problème, motive la conception de nouvelles méthodes numériques où les blocs, associés aux niveaux de grille, de la plus grossière à la plus fine, sont traités différemment les uns des autres.

Cette approche a permis de développer des méthodes multiparamètres pour la résolution de problèmes aux valeurs propres non-linéaires [34], en généralisant des méthodes de relaxations non-linéaires de type Richardson [29].

Une des clés des méthodes multi-niveaux réside dans les "qualités" de compression de données des (PH). A cet effet deux directions ont été considérées :

L'association aux PH des schémas compacts d'interpolation a permis d'améliorer les taux de compression [57] et offre un outil pour la mise en œuvre de méthodes de type multi-niveaux en différences finies ; on augmente ici l'ordre du schéma d'interpolation utilisé d'une grille à l'autre.

L'autre idée développée consiste à extraire localement le schéma d'interpolation de la discrétisation de l'EDP considérée ; on s'appuie sur la décomposition de certains opérateurs aux différences en opérateurs d'interpolation et en opérateur identité [58].

Certains membres du Laboratoire publient peu ou pas. Cependant leur rôle important ne peut être occulté et leur appartenance au Laboratoire ne peut être remise en question. Ils effectuent en effet des tâches d'animation de la recherche (F. van Iseghem), de direction de thèse à l'étranger (B. Germain-Bonne), de conseils auprès de collègues et d'étudiants lillois en thèse et en HDR (F. van Iseghem), de présidence de jurys (J. Denel), de recherche de stages et de conseils auprès de partenaires industriels ainsi que de promotion des activités du Laboratoire (J. Beuneu, J. Denel), de gestion des ordinateurs et des finances (B. Germain-Bonne), de projets d'enseignement liés aux nouveaux médias (en particulier un site web d'analyse numérique écrit par J. Beuneu : <http://www.univ-lille1.fr/eudil/jbeuneu/>) et d'occupations administratives diverses. Ces travaux sont loins d'être négligeables et ne doivent, en aucun cas, être sous estimés. Deux membres du Laboratoire ANO appartiennent à l'IUT. Ils doivent assurer des tâches administratives lourdes, tant sur le plan régional que national. M.D. Benchiboun continue cependant des recherches en vue de l'obtention d'une HDR et doit bientôt soumettre des articles à des journaux. F. Hocine n'a pu consacrer beaucoup de temps à la recherche à cause de problèmes familiaux graves. Cependant, elle a collaboré avec une équipe de physiciens lorientais (Laboratoire de Polymères et Procédés L2P) sur la simulation de la fusion et de la cristallisation de polymères chargés dans un calorimètre puis avec le Laboratoire SABRES (Laboratoire de Statistique Appliqué de l'Université de Bretagne Sud).

UTILISATION DES CRÉDITS DES 4 ANNÉES PRÉCÉDENTES

Une fois déduits le BQR et le prélèvement de l'UFR pour son fonctionnement, il nous reste, pour un an, les sommes suivantes

fonctionnement	119000 F
équipement	59000 F

Les dépenses de fonctionnement se répartissent en

abonnements aux journaux	55820 F
location photocopieuse, maintenance, photocopies externes	17480 F
téléphone, fax	6000 F
fournitures de bureau	12000 F
frais de calcul	8000 F
congrès (frais d'inscription et de déplacement), invitations de collègues pour jurys de thèse, missions	19700 F

Nous nous sommes équipés de PC et de stations SUN et actuellement nous constituons des réserves en vue de l'acquisition d'une station plus puissante. Une imprimante laser, un scanner et des terminaux ont également été achetés.

Les crédits suivants ont été dépensés en investissements informatiques

1997	15980 F
1998	96134 F
1999	53887 F
2000	19038 F

PUBLICATIONS

Le nom des auteurs appartenant au Laboratoire ANO sont en **gras**.

Les publications dans des actes de congrès ou des livres collectifs ont toutes été soumises à un comité de lecture. C'est pour cette raison qu'elles n'ont pas été mises à part.

Les articles publiés par les étudiants ayant effectué leur thèse sous la direction d'un membre du Laboratoire ont été regroupés à la fin car ces thèses n'ont pas toutes été soutenues à l'USTL.

LIVRES

References

- [1] **C. Brezinski**
Projection Methods for Systems of Equations
North-Holland, Amsterdam, 1997.

ÉDITION D'ACTES DE CONGRÈS ET DE VOLUMES SPÉCIAUX

References

- [1] **C. Brezinski** et al., eds.
Sparse Matrices in Industry
Numer. Algorithms, 16 (1998), 94 pages.
- [2] **C. Brezinski**, ed.
Numerical Methods for Partial Differential Equations
Numer. Algorithms, 21 (1999), 399 pages.
- [3] **C. Brezinski**, ed.
Numerical Analysis in the 20th Century. Vol. II : Interpolation and Extrapolation
J. Comput. Appl. Math., 122 (2000), 357 pages.

References

- [1] J.-C. Bajard, N. Revol
Arithmétique multi-précision,
dans *Qualité des Calculs sur Ordinateur – Vers des Arithmétiques plus Fiables ?*, sous la
direction de M. Daumas et J.-M. Muller, Masson, 1997, pp. 93–116.
- [2] B. Beckermann, G. Labahn
Recursiveness in matrix rational interpolation problems
J. Comput. Appl. Math., 77 (1997) 5–34.
- [3] B. Beckermann, S. Cabay, G. Labahn
Fraction-free computation of matrix Padé systems
dans *Proceedings of ISSAC'97, Maui*, ACM Press, 1997, pp. 125–132.
- [4] B. Beckermann, P.R. Graves–Morris
The compass (star) identity for vector-valued rational interpolants
Adv. Comput. Math., 7 (1997) 279–294.
- [5] B. Beckermann, V. Kaliaguine
The diagonal of the Padé table and the approximation of the Weyl function of second order
difference operators
Constructive Approximation, 13 (1997) 481–510.
- [6] B. Beckermann, G. Labahn
When are two numerical polynomials relatively prime?
J. Symb. Comput., 26 (1998) 677–689.
- [7] B. Beckermann, E. Bourreau
How to choose modified moments?
J. Comput. Appl. Math., 98 (1998) 81–98.
- [8] B. Beckermann, G. Labahn
A fast and numerically stable Euclidean-like algorithm for detecting relatively prime numer-
ical polynomials
J. Symb. Comput., 26 (1998) 691–714.
- [9] B. Beckermann
On the convergence of bounded J-fractions on the resolvent set of the corresponding second
order difference operator
J. Approximation Theory, 99 (1999) 369–408.

- [10] **B. Beckermann**, G. Labahn, G. Villard
Shifted normal forms of polynomial matrices
dans *Proceedings of ISSAC'99, Vancouver*, ACM Press, 1999, pp. 189–196.
- [11] **B. Beckermann**, E.B. Saff
On the sensitivity of least squares polynomial approximation
dans *Applications and Computation of Orthogonal Polynomials*, W. Gautschi, G.H. Golub and G. Opfer eds., Birkhäuser, Basel, 1999, pp. 1–19.
- [12] **B. Beckermann**
Complex Jacobi matrices
J. Comput. Appl. Math., accepté.
- [13] **B. Beckermann**, G. Labahn
Fraction-free computation of matrix rational interpolants and matrix GCD's
SIAM J. Matrix Anal. Appl., accepté.
- [14] **B. Beckermann**, G. Labahn
Numeric and symbolic computation of problems defined by structured linear systems
Reliable Computing, accepté.
- [15] **B. Beckermann**
On a conjecture of E.A. Rakhmanov
Constructive Approximation, 16 (2000) 427–448.
- [16] **B. Beckermann**
The condition number of real Vandermonde, Krylov and positive definite Hankel matrices
Numer. Math., 85 (2000) 553–577.
- [17] **B. Beckermann**
On the classification of the spectrum of second order difference operators
Math. Nach., 216 (2000) 45–59.
- [18] **B. Beckermann**, A.B.J. Kuijlaars
Superlinear convergence of conjugate gradients
SIAM J. Numer. Anal., accepté.
- [19] **S. Belmehdi**, S. Lewanowicz, A. Ronveaux
Linearization of the product of orthogonal polynomials of a discrete variable
Appl. Math. (Warsaw), 24 (1997) 445–455.
- [20] **S. Belmehdi**, A. Ronveaux, M.N. Honkounnou
Linearization of Arbitrary Product of Classical Orthogonal Polynomials
Appl. Math. (Warsaw), 27 (2000) 239–254.

- [21] **S. Belmehdi**
On Generalized Gegenbauer Polynomials
J. Comput. Appl. Math., accepté.
- [22] **C. Brezinski**, M. Redivo Zaglia
On the zeros of various kinds of orthogonal polynomials
Annals Numer. Math., 4 (1997) 67–78.
- [23] **C. Brezinski**, M. Redivo Zaglia, H. Sadok
Breakdowns in the implementation of the Lánczos method for solving linear systems
Computers Math. Applic., 33 (1997) 31–44.
- [24] **C. Brezinski**
Projection methods for linear systems
J. Comput. Appl. Math., 77 (1997) 35–51.
- [25] **C. Brezinski**
A transpose-free Lanczos/Orthodir algorithm for linear systems
C.R. Acad. Sci. Paris, Sér. I, 324 (1997) 349–354.
- [26] **C. Brezinski**, M. Redivo Zaglia, H. Sadok
Problems of breakdown and near-breakdown in Lanczos-based algorithms
dans *Algorithms for Sparse Large Scale Linear Algebraic Systems*, G. Winter Althaus and E. Spedicato eds., Kluwer, Dordrecht, 1998, pp. 255–270.
- [27] **C. Brezinski**
Hybrid methods for solving systems of equations
dans *Algorithms for Sparse Large Scale Linear Algebraic Systems*, G. Winter Althaus and E. Spedicato eds., Kluwer, Dordrecht, 1998, pp. 271–290.
- [28] **C. Brezinski**, M. Redivo Zaglia
Transpose-free Lanczos-type algorithms for nonsymmetric linear systems
Numer. Algorithms, 17 (1998) 67–103.
- [29] **C. Brezinski, J.P. Chehab**
Nonlinear hybrid procedures and fixed point iterations
Numer. Funct. Anal. Optimization, 19 (1998) 465–487.
- [30] **C. Brezinski**, M. Redivo Zaglia
Coupled implementations of transpose-free Lanczos and Lanczos-type product methods
dans *Iterative Methods in Scientific Computation*, J. Wang et al. eds., IMACS Ser. Comput. Appl. Math., 4 (1998) 3–8.
- [31] **C. Brezinski**, M. Redivo Zaglia, H. Sadok
New look-ahead implementations of Lanczos method for unsymmetric systems
dans *Iterative Methods in Scientific Computation*, J. Wang et al. eds, IMACS Ser. Comput. Appl. Math., 4 (1998) 9–14.

- [32] **C. Brezinski**
Vector sequence transformations : methodology and applications to linear systems
J. Comput. Appl. Math., 98 (1998) 149–175.
- [33] **C. Brezinski**, M. Redivo Zaglia, G. Rodriguez, S. Seatzu
Extrapolation techniques for ill-conditioned linear systems
Numer. Math., 81 (1998) 1–29.
- [34] **C. Brezinski, J.P. Chehab**
Multiparameter iterative schemes for the solution of systems of linear and nonlinear equations
SIAM J. Sci. Comput., 20 (1999) 2140–2159.
- [35] **C. Brezinski**
Error estimates in linear systems
dans *Error Control and Adaptivity in Scientific Computing*, H. Bulgak and C. Zenger eds.,
Kluwer, Dordrecht, 1999, pp. 65–74.
- [36] **C. Brezinski**
Error estimates in Padé approximation
dans *Error Control and Adaptivity in Scientific Computing*, H. Bulgak and C. Zenger eds.,
Kluwer, Dordrecht, 1999, pp. 75–85.
- [37] **C. Brezinski**
Error estimates and convergence acceleration
dans *Error Control and Adaptivity in Scientific Computing*, H. Bulgak and C. Zenger eds.,
Kluwer, Dordrecht, 1999, pp. 87–94.
- [38] **C. Brezinski**
Multiparameter descent methods
Linear Algebra Appl., 296 (1999) 113–142.
- [39] **C. Brezinski**, M. Redivo Zaglia, H. Sadok
New look-ahead Lanczos-type algorithms for linear systems
Numer. Math., 83 (1999) 53–85.
- [40] **C. Brezinski**, M. Redivo Zaglia
Transpose-free look-ahead algorithms for Lanczos' method
dans *Applications and Computation of Orthogonal Polynomials*, W. Gautschi, G.H. Golub
and G. Opfer eds., Birkhäuser, Basel, 1999, pp. 21–40.
- [41] **C. Brezinski**
Krylov subspace methods, biorthogonal polynomials and Padé-type approximants
Numer. Algorithms, 21 (1999) 97–107.
- [42] **C. Brezinski**
Error estimates for the solution of linear systems
SIAM J. Sci. Comput., 21 (1999) 764–781.

- [43] **C. Brezinski**
Aitken Δ^2 process
dans *Encyclopaedia of Mathematics, Supplement II*, M. Hazewinkel ed., Kluwer, Dordrecht, 2000, pp. 23–24.
- [44] **C. Brezinski**
Extrapolation algorithms
dans *Encyclopaedia of Mathematics, Supplement II*, M. Hazewinkel ed., Kluwer, Dordrecht, 2000, pp. 212–214.
- [45] **C. Brezinski**
Thomas Jan Stieltjes
dans *Stora Matematiker från Fibonacci till Wiles*, J. Thuillier et al. eds., Studenlitteratur, Lund, 2000, pp. 254–264.
- [46] **C. Brezinski**
Difference and differential equations, and convergence acceleration algorithms
dans *SIDE III – Symmetries and Integrability of Difference Equations*, D. Levi and O. Ragnisco eds., CRM Proceedings and Lecture Notes, vol. 25, AMS, Providence, 2000, accepté.
- [47] **C. Brezinski, A. Matos**,
Least squares orthogonal polynomials and applications
dans *Encyclopaedia of Optimization*, C.A. Floudas et al. eds., Kluwer, Dordrecht, accepté.
- [48] **C. Brezinski**
Convergence acceleration during the 20th century
J. Comput. Appl. Math., 122 (2000) 1–21.
- [49] **C. Brezinski**
Acceleration procedure for linear iterative methods
Numer. Algorithms, accepté.
- [50] **C. Brezinski**, M. Redivo Zaglia
Variations on Lanczos’ tridiagonalization process
Calcolo, 37 (2000) 159–179.
- [51] **C. Brezinski**, M. Redivo Zaglia, H. Sadok
The matrix and polynomial approaches to Lanczos-type algorithms
J. Comput. Appl. Math., accepté.
- [52] **C. Brezinski**
The block Lanczos and Vorobyev methods
C.R. Acad. Sci. Paris, Série I, 331 (2000) 137–142.
- [53] **C. Brezinski**, M. Redivo Zaglia, H. Sadok
A review of formal orthogonality in Lanczos based methods
J. Comput. Appl. Math., accepté.

- [54] **C. Calgario**, J. Laminie, R. Temam
 Dynamical multilevel schemes for the solution of evolution equations by hierarchical finite element discretization
 App. Numer. Math., 23 (1997) 403–442.
- [55] **C. Calgario**, A. Debussche, J. Laminie
 On a multilevel approach for the two dimensional Navier–Stokes equations with finite elements
 Int. J. Numer. Methods Fluids, 27 (1998) 241–258.
- [56] **C. Calgario**, J. Laminie
 On the domain decomposition method for the generalized Stokes problem with continuous pressure
 Numer. Methods Partial Differ. Equations, 16 (2000) 84–106.
- [57] **J.P. Chehab**
 Incremental unknowns method and compact schemes
 M²AN, 32 (1998), 51–83.
- [58] **J.P. Chehab**, A. Miranville
 Incremental unknowns on nonuniform meshes
 M²AN, 32 (1998), 539–577.
- [59] M.N. Hounkonnou, **S. Belmehdi**, A. Ronveaux
 Linearization of arbitrary products of classical orthogonal polynomials
 Appl. Math. (Warsaw), 27 (2000) 187–196.
- [60] **A.C. Matos**
 Integral representation of the error and asymptotic error bounds for generalized Padé type approximants
 J. Comput. Appl. Math, 77 (1997) 239–254.
- [61] **A.C. Matos**
 Linear difference operators and acceleration methods
 IMA J. Numer. Anal., 20 (2000) 359–388.
- [62] **A.C. Matos**
 Recursive computation of Padé–Legendre approximants and some acceleration properties
 Numer. Math., accepté.
- [63] B. Planquelle, J.-F. Méhaut, **N. Revol**
 Multi–protocol communications and high performance networks
 dans *EuroPar’99, Toulouse, France, septembre 1999*, LNCS 1685, Springer–Verlag, Berlin, 1999, pp. 139–143.
- [64] B. Planquelle, J.-F. Méhaut, **N. Revol**
 MC–PM² : Multi–cluster approach with PM²

dans *PDPTA (Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications)*, vol. II, H.R. Arabnia ed., CSREA Press, 1999, pp. 779–785.

- [65] **N. Revol**, J.-C. Yakoubsohn
Accelerated shift-and-add algorithms
Reliable Computing, 6 (2000) 1–13.
- [66] **J. van Iseghem**, V.N. Sorokin
Algebraic aspects of matrix orthogonality for vector polynomials
J. Approximation Theory, 90 (1997) 97–116.
- [67] **J. van Iseghem**, P.R. Graves–Morris
Row convergence theorem for vector-valued approximation
J. Approximation Theory, 90 (1997) 153–173.
- [68] **J. van Iseghem**, V.N. Sorokin
Matrix continued fractions
J. Approximation Theory, 96 (1998) 237–257.
- [69] **J. van Iseghem**, A. Aptekarev, V. Kaliaguine
Genetic sums representation for the moments of system of Stieltjes functions and its applications
Constructive Approximation, accepté.
- [70] **J. van Iseghem**
Matrix continued fraction for the resolvent function of the band operator
Acta Appl. Math., accepté.
- [71] **J. van Iseghem**, V.N. Sorokin
Matrix Hermite–Padé problem and dynamical systems
J. Comput. Appl. Math., 122 (2000) 275–295.

ARTICLES D'ÉTUDIANTS EN THÈSE

- [72] **E.H. Ayachour**
Avoiding look-ahead in the Lanczos method and Padé approximation
Applic. Mathematicae, 26 (1999) 33–62.
- [73] **A. Benazzouz**
Quasilinear sequence transformations
Numer. Algorithms, 15 (1997) 275–285.
- [74] **A. Benazzouz**
GL(E)–quasilinear transformations and acceleration
Appl. Numer. Math., 27 (1998) 109–122.

- [75] **A.H. Bentbib**
 Conjugate directions method for solving interval linear systems
 Numer. Algorithms, 21 (1999) 79–86.
- [76] **E. Bourreau**
 Modified moments and matrix orthogonal polynomials
 Acta Appl. Math., accepté.
- [77] **N.J. Daras**
 Rational approximation to harmonic functions
 Numer. Algorithms, 20 (1999) 285-301.
- [78] **N.J. Daras**
 Padé and Padé-type approximation for 2π -periodic L^p functions
 Acta Math. Applicandae, to appear.
- [79] **N.J. Daras**
 On complex extrapolated successive overrelaxation (ESOR) : some theoretical results
 Simon Stevin, to appear.
- [80] **A. El Guennouni**
 A unified approach to some strategies for the treatment of breakdown in Lanczos-type algorithms
 Applicationes Mathematicae, 26 (1999) 477–488.
- [81] **A. Fdil**
 Some results of convergence acceleration for a general Θ -type algorithm
 Appl. Numer. Math., 23 (1997) 219-240.
- [82] **A. Fdil**
 A new technique of selection between sequence transformations
 Appl. Numer. Math., 25 (1997) 21-40.
- [83] **A. Fdil**
 Some results on convergence acceleration for the E -algorithm
 Applic. Mathematicae, 24 (1997) 393-413.
- [84] **A. Fdil**
 Convergence acceleration by the E_{+p} algorithm
 Applic. Mathematicae, 25 (1998) 327-338.
- [85] **A. Fdil**
 Convergence acceleration by the $\hat{\Theta}$ -algorithm
 C.R. Acad. Sci. Paris, sér. I, 326 (1998) 1011-1014.

- [86] **A. Fdil**
On the acceleration of two classes of sequences by the $\hat{\theta}$ -algorithm
J. Comput. Appl. Math., 106 (1999) 71-85.
- [87] P.R. Graves-Morris, **A. Salam**
Avoiding breakdown in Van der Vorst's method
Numer. Algorithms, 21 (1999) 205-223.
- [88] **M. Kzaz**
Gaussian quadrature and acceleration of convergence
Numer. Algorithms, 15 (1997) 75-89.
- [89] **M. Kzaz**
Convergence acceleration of the Gauss-Laguerre quadrature formula
Appl. Numer. Math., 29 (1999) 201-220.
- [90] **M. Kzaz**
Asymptotic expansion of Fourier coefficients associated to functions with low continuity
J. Comput. Appl. Math., 114 (2000) 217-230.
- [91] **C. Le Calvez**, Y. Saad
Modified Krylov acceleration for parallel environments
Appl. Numer. Math., 30 (1999) 191-212.
- [92] **C. Le Calvez**, B. Molina
Implicitly restarted and deflated GMRES
Numer. Algorithms, 21 (1999) 261-285.
- [93] **A. Messaoudi**
Matrix extrapolation algorithms
Linear Alg. Appl., 256 (1997) 49-73.
- [94] **C. Musschoot**
A Lanczos-type method for solving nonsymmetric linear systems with multiple right-hand sides - Matrix and polynomial interpretation
J. Comput. Appl. Math., 101 (1999) 61-85.
- [95] **B. Rhanizar**
On extrapolation methods in optimization
Appl. Numer. Math., 25 (1997) 485-498.
- [96] **B. Rhanizar**
Hybrid procedures for solving some unconstrained nonlinear optimization problems
Appl. Numer. math., 30 (1999) 459-474.

- [97] **B. Rhanizar**
On Henrici's method in optimization
Appl. Math. (Warsaw), 27 (2000) 127-141.
- [98] **R. Sadaka**
An algorithm for constructing a class of Padé approximants of vector functions
Appl. Numer. Math., 24 (1997) 483-499.
- [99] **A. Salam**
Formal vector orthogonal polynomials
Adv. Comput. Math., 8 (1998) 267-289.
- [100] **A. Salam**
What is a vector Hankel determinant
Linear Algebra Appl., 278 (1998) 147-161.
- [101] **A. Salam**
Vector Padé-type approximants and vector Padé approximations
J. Approx. Theory, 97 (1999) 92-112.
- [102] **G.A. Sedogbo**
Some convergence acceleration processes for a class of vector sequences
Applic. Mathematicae, 24 (1997) 299-306.
- [103] **M.N. Senhadji**
On condition numbers of some quasi-linear transformations
J. Comput. Appl. Math., 104 (1999) 1-17.

THÈSES ET HABILITATIONS

Thèses soutenues à Lille

1. O. Renault
Algorithme d'Euclide, polynômes orthogonaux et approximants de Padé,
soutenue le 18/12/97
Directeur de thèse : C. Brezinski
2. H. Ayachour
Applications de la biorthogonalité aux méthodes de projection,
soutenue le 1/10/98
Directeurs de thèse : C. Brezinski, J. van Iseghem
3. C. Le Calvez
Accélération de méthodes de Krylov pour la résolution de systèmes linéaires creux sur machines parallèles,
soutenue le 16/12/98
Directeurs de thèse : C. Brezinski, S. Petiton
4. C. Musschoot
Polynômes biorthogonaux : interprétation matricielle et résolution des systèmes linéaires à seconds membres multiples,
soutenue le 6/1/99
Directeur de thèse : C. Brezinski
5. A. Essai
Méthode hybride parallèle et méthodes pondérées pour la résolution des systèmes linéaires,
soutenue le 21/1/99
Directeurs de thèse : C. Brezinski, S. Petiton
6. A. El Guennouni
Mise en œuvre et variantes par bloc des méthodes de type Lanczos,
soutenue le 20/1/00
Directeurs de thèse : C. Brezinski, H. Sadok

Autres Thèses

1. M. Graça
The IRA procedures and other methods in convergence acceleration,
soutenue le 2/6/97 à l'École Polytechnique, Lisbonne, Portugal
Directeur de thèse : C. Brezinski

Autres Habilitations et Thèses d'État

1. R. Sadaka
Approximation de Padé vectorielle,
Thèse d'État soutenue le 29/5/97 à l'Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc
Directeur de thèse : C. Brezinski
2. A. Fdil
Accélération de la convergence par des méthodes générales d'extrapolation,
Thèse d'État soutenue le 29/5/97 à l'Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc
Directeur de thèse : C. Brezinski
3. A. Benazzouz
Procédés quasilineaires d'accélération de la convergence, lien avec les approximants de Padé,
Thèse d'État soutenue le 12/9/98 à l'Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc
Directeur de thèse : C. Brezinski
4. A. Salam
Approximation rationnelle vectorielle et applications,
Habilitation soutenue le 14/6/99 à l'Université du Littoral Côte d'Opale
Directeur de thèse : C. Brezinski
5. M. Kzaz
Développements asymptotiques de l'erreur de quadratures de Gauss et de coefficients de Fourier,
Thèse d'État soutenue le 18/12/99 à l'Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc
Directeurs de thèse : C. Brezinski, J. van Iseghem
6. A. Bentbib
Résolution de systèmes linéaires à coefficients et second membre intervalles,
Thèse d'État soutenue le 18/12/00 à la Faculté des Sciences et Technologies, Marrakech, Maroc
Directeur de thèse : B. Germain-Bonne

Thèses en cours

1. E. Bourreau
Théorie spectrale des opérateurs non-symétriques et sa relation avec des polynômes orthogonaux simultanés,
USTL
Directeur de thèse : B. Beckermann
2. H. Zourhlal
Problèmes de régularité et de convergence des approximants rationnels matriciels. Applications aux systèmes dynamiques discrets,

USTL

Directeur de thèse : B. Beckermann

3. G. Boutry

Estimation des erreurs en analyse numérique

USTL

Directeur de thèse : C. Brezinski

4. A. Sequeira

Étude théorique et expérimentale des stratégies de traitement des problèmes de breakdown dans les algorithmes de type-Lanczos,

Université de Porto, Portugal

Directeurs de thèse : C. Brezinski, Z. da Rocha, M. Redivo Zaglia

5. B. Planquelle

Environnement multithreadé pour architectures fortement hétérogènes,

USTL

Directeurs de thèse : J.-M. Geib, J.-F. Mehaut et N. Revol

6. A. Benyoub

Optimisation globale par intervalles en parallèle,

Université de Oujda, Maroc

Directeurs de thèse : E. M. Daoudi et N. Revol

7. J. Matos

Quelques généralisations des approximants de Padé et de type-Padé,

Université de Porto, Portugal

Directeur de thèse : A. Matos

Habilitations et Thèses d'État en cours

1. B. Rhanizar

Utilisation des méthodes d'extrapolation en optimisation Thèse d'État, Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc

Directeur de thèse : C. Brezinski

2. N.J. Daras

Approximation de Padé

Habilitation, Université des Sciences et Technologies de Lille

Directeur de thèse : C. Brezinski

3. A. El Guennouni

Méthodes de projection pour les systèmes linéaires

Habilitation, Université des Sciences et Technologies de Lille

Directeur de thèse : C. Brezinski

4. M.N. Senhadji
Conditionnement des méthodes quasi-linéaires,
Université d'Oran, Algérie
Directeur de thèse : B. Germain-Bonne
5. M.D. Benchiboun
Polynômes orthogonaux matriciels,
Habilitation, Université des Sciences et Technologies de Lille
Directeur de thèse : S. Belmehdi

INVITÉS

1997

M. Redivo Zaglia, Université de Padoue, Italie
A. Bentbib, Université de Marrakech, Maroc
G. Labahn, Université de Waterloo, Canada
B. Benahmed, Université d'Oran, Algérie
A. Benazzouz, ENS Rabat, Maroc
B. Rhanizar, ENS Rabat, Maroc
R. Sadaka, ENS Rabat, Maroc
A. Lembarki, Université de Marrakech, Maroc
A. Kzaz, Université de Marrakech, Maroc
S. El Hajji, Université de Rabat, Maroc
P. Fitzpatrick, Université de Cork, Irlande
A. Bentbib, Université de Marrakech, Maroc

1998

L. Touijrat, ENS Rabat, Maroc
A. Benazzouz, ENS Rabat, Maroc
B. Rhanizar, ENS Rabat, Maroc
M. Sokolov, Russie
M.N. Senhadji, Université d'Oran, Algérie
M. Eiermann, Université de Freiberg, Allemagne
M. Redivo Zaglia, Université de Padoue, Italie
G. Labahn, Université de Waterloo, Canada
V. Kaliaguine, Université de Nizni Novgorod, Russie
A. Messaoudi, ENS Rabat, Maroc
A. Kononova, Université de Nizni Novgorod, Russie

A. Bentbib, Université de Marrakech, Maroc
J. Matos, Université de Porto, Portugal

1999

B. Benahmed, Université d'Oran, Algérie
B. Fischer, Université de Lübeck, Allemagne
M.N. Senhadji, Université d'Oran, Algérie
V. Kaliaguine, Université de Nizni Novgorod, Russie
V. Sorokin, Université de Moscou, Russie
J. Matos, Université de Porto, Portugal
A. Bentbib, Université de Marrakech, Maroc
L. Touijrat, ENS Rabat, Maroc
R. Sadaka, ENS Rabat, Maroc
B. Rhanizar, ENS Rabat, Maroc

2000

T. Csendes, Université de Szeged, Hongrie
V. Kaliaguine, Université de Nizni Novgorod, Russie
G. Labahn, Université de Waterloo, Canada
B. Costa, Université Fédérale de Rio de Janeiro, Brésil

COMMUNICATIONS INVITÉES À DES CONGRÈS

1997

C. Brezinski

1. *Numerical Linear Algebra and Scientific Computing*, Oberwolfach, Allemagne, 13–19 avril 1997.
2. *Second Séminaire sur les Techniques Nouvelles de Traitement des Matrices Creuses pour les Problèmes Industriels*, Lille, 28–29 avril 1997.
3. *Workshop on the NIST Digital Library of Mathematical Functions*, 28–31 juillet 1997, Washington DC, USA.
4. *Auskjeds Seminar for Tore Håvie*, Trondheim, Norvège, 10–14 septembre 1997.

N. Revol

1. *Journées Toulouse–Limoges : Autour des Straight-Line Programs*, Toulouse, 8–10 juillet 1997.

1998

B. Beckermann

1. *Applications and Computation of Orthogonal Polynomials*, Oberwolfach, Allemagne, 22–28 mars 1998.
2. *GAMM–Workshop*, Kiel, Allemagne, 2–6 juillet 1998.

C. Brezinski

1. *Applications and Computation of Orthogonal Polynomials*, Oberwolfach, Allemagne, 22–28 mars 1998.
2. *Third Interdisciplinary Meeting on Symmetries and Integrability of Difference Equations*, Sabaudia, Italie, 16–22 mai 1998.
3. *Error Control and Adaptativity in Scientific Computing*, NATO ASI, Antalya, Turquie, 9–21 août 1998.
4. *40 Años de Análisis Numérico*, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela, 29 novembre–1er décembre 1998.

1999

B. Beckermann

1. *Analyse Linéaire Appliquée*, Université de Bourgogne, Dijon, 31 mars–1er avril 1999.
2. *Minimal Energy Problems*, Hong Kong, 6–14 novembre 1999.

C. Brezinski

1. *Mathematical Journey through Analysis, Matrix Theory and Scientific Computation. A Conference in Honor of Richard Varga's 70th Birthday*, Kent State University, Kent, Ohio, USA, 25–27 mars 1999.
2. *Analyse Linéaire Appliquée*, Université de Bourgogne, Dijon, 31 mars–1er avril 1999.
3. *Second Workshop on Large–Scale Scientific Computations*, Sozopol, Bulgarie, 2–6 juin 1999.

B. Germain–Bonne

1. *Quatrièmes Journées d'Analyse non Linéaire*, Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc, 27–29 Avril 1999.

N. Revol

1. *École d'Automne sur le Calcul Parallèle et Distribué, ParDi*, Maroc, octobre 1999.

2000

B. Beckermann

1. *Matrix Iterative Analysis and Biorthogonality*, Luminy, France, 2–6 octobre 2000.

C. Brezinski

1. *International Congress on Computational and Applied Mathematics*, Leuven, Belgique, 17–21 Juillet 2000.
2. *Matrix Iterative Analysis and Biorthogonality*, Luminy, France, 2–6 octobre 2000.
3. *4th International Interdisciplinary Meeting on Symmetries and Integrability of Difference Equations*, Tokyo, Japon, 27 novembre–1 décembre 2000.

C. Calgaro

1. *Quatrièmes Journées des Équations aux Dérivées Partielles*, Calais, France, 5–6 octobre 2000.

J.P. Chehab

1. *Matrix Iterative Analysis and Biorthogonality*, Luminy, France, 2–6 octobre 2000.

J. van Iseghem

1. *Matrix Iterative Analysis and Biorthogonality*, Luminy, France, 2–6 octobre 2000.

2001

C. Brezinski

1. *Third International Conference on Large-Scale Scientific Computations*, Sozopol, Bulgarie, 6–10 juin 2001.
2. *Multivariate Approximation and Interpolation*, Almunecar, 10–14 septembre 2001.
3. *International Conference on Recent Advances in Computational Mathematics*, Matsumaya, Japon, 10–12 octobre 2001.

2002

C. Brezinski

1. *Congrès d'Analyse Numérique*, Wrocław, Pologne, 6–8 juin 2002.

AUTRES COMMUNICATIONS À DES CONGRÈS

1997

B. Beckermann

1. *ISSAC'97*, Maui, Hawai, USA, 23–28 juillet 1997.
2. *VIII Simposium sobre Polinomios Ortogonales y Aplicaciones*, Séville, Espagne, 22–26 septembre 1997.
3. *Computational Methods and Function Theory*, Nicosie, Chypre, 11–18 octobre 1997.

C. Brezinski

1. *Third IMACS International Symposium on Iterative Methods in Scientific Computation*, Jackson Hole, Wyoming, 9–12 juillet 1997.
2. *VIII Simposium sobre Polinomios Ortogonales y Aplicaciones*, Séville, Espagne, 22–26 septembre 1997.

J. van Iseghem

1. *Continued Fractions and Functional Analysis*, Trondheim, Norvège, juin 1997.

1998

C. Brezinski

1. *Numerical Methods for Partial Differential Equations*, Marrakech, Maroc, 14–18 septembre 1998.

C. Calgari

1. *Xth International Conference on Finite Elements in Fluids*, Tucson, USA, 5–8 janvier 1998.
2. *Convegno Nazionale d'Analisi Numerica*, Montecatini Terme, Italie, 15–17 avril 1998.

J.P. Chehab

1. *Numerical Methods for Partial Differential Equations*, Marrakech, Maroc, 14–18 septembre 1998.

N. Revol

1. *SCAN'98*, Budapest, Hongrie, 22–25 septembre 1998.

J. van Iseghem

1. *Computer Mathematics and its Applications, HERMA 98*, Athènes, Grèce, septembre 1998.

1999**B. Beckermann**

1. *Workshop Orthogonal Polynomials*, Ballenstedt, Allemagne, 23–26 avril 1999.
2. *Nonlinear Numerical Methods and Rational Approximation*, Anvers, Belgique, 7–11 mai 1999.

S. Belmehdi

1. *Fifth International Symposium on Orthogonal Polynomials, Special Functions and their Applications*, Patras, Grèce, 20–24 septembre 1999.

N. Revol

1. *19th IFIP TC7 Conference on System Modelling and Optimization*, Cambridge, Grande-Bretagne, 12–16 juillet 1999.

J. van Iseghem

1. *Nonlinear Numerical Methods and Rational Approximation*, Anvers, Belgique, 7–11 mai 1999.

2000**B. Beckermann**

1. *Journée Approximation*, Université de Lille I, 16 Mars 2000.
2. *Workshop Orthogonal Polynomials*, Inzell, Allemagne, 14–18 avril 2000.
3. *International Congress on Computational and Applied Mathematics*, Leuven, Belgique, 17–21 Juillet 2000.

A. Matos

1. *Journée Approximation*, Université de Lille I, 16 Mars 2000.

SÉJOURS INVITÉS

1997

B. Beckermann

1. Université de Waterloo, Canada, 6–22 juillet 1997.

C. Brezinski

1. Universités Mohammed V de Rabat et Cadi Ayyad de Marrakech, Maroc, 24–30 mai 1997.
2. Instituto Tecnico Superior, Lisbonne, Portugal, 31 mai–4 juin 1997.
3. Université de Budapest, 27 novembre–2 décembre 1997.

B. Germain–Bonne

1. Faculté des Sciences et Techniques de Gueliz, Marrakech, Maroc, 24–29 mai 1997.

J. van Iseghem

1. Académie des Sciences, Keldeysh Institute, Moscou, et Technical State University of Nishnii Novgorod, Russie, 10–25 janvier 1997.
2. Universités de Rabat et Marrakech, Maroc, mai 1997.

1998

B. Beckermann

1. Académie des Sciences, Keldeysh Institute, Moscou, et Technical State University of Nishnii Novgorod, Russie, 15–28 janvier 1998.
2. Technische Universität Bergakademie Freiberg, Allemagne, 7–20 juillet 1998.

C. Brezinski

1. Université de Porto, Portugal, 24–31 octobre 1998.
2. Edinburgh Mathematical Society, Écosse, 10–12 décembre 1998.

C. Calgari

1. Université de Padoue, Italie, 26–28 octobre 1998.

J. van Iseghem

1. Universités de Rabat et Marrakech, Maroc, septembre 1998.

1999

B. Beckermann

1. Université d'Almeria, Espagne, 14–23 janvier 1999.

S. Belmehdi

1. Visiting Professor, Cornell University, mai 1999.

C. Brezinski

1. Universités de Porto, Tràs os Montes et Coimbra, Portugal, 13–20 février 1999.
2. Université de Porto, Portugal, 13–22 juillet 1999.
3. Université de la Calabria, Cosenza, Italie, 25 septembre–2 octobre 1999.
4. École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse, 10 décembre 1999.
5. Université de Marrakech, Maroc, décembre 1999.

J.P. Chehab

1. Université des Antilles et de la Guyanne, Pointe-à-Pitre, janvier 1999.

B. Germain–Bonne

1. Faculté des Sciences et Techniques Gueliz, Marrakech, Maroc, 24 avril–2 mai 1999.

J. van Iseghem

1. Université de Marrakech, Maroc, décembre 1999.

2000

B. Beckermann

1. Université Médicale de Lübeck et Université Christian-Abrechts de Kiel, Allemagne, 8–18 septembre 2000.

S. Belmehdi

1. Visiting Professor, Cornell University, février-mars 2000.
2. Visiting Scholar, Ann Arbor University, avril 2000.
3. Visiting Professor, Ann Arbor University, mai-juin 2000.

C. Brezinski

1. Université de Vigo, Espagne, 28 janvier–2 février 2000.
2. Université de Cagliari, Italie, 21–29 février 2000.
3. Universités de La Laguna, Tenerife, et de Las Palmas, Gran Canaria, Espagne, 8–15 avril 2000.
4. Université de Padoue, Italie, 3–7 juin 2000.
5. Université de Cagliari, Italie, 25 août–3 septembre 2000.
6. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, USA, 29 octobre–3 novembre 2000.

C. Calgaro

1. Université de Padoue, Italie, 13 juillet–25 août 2000.

J.P. Chehab

1. Université Fédérale de Rio de Janeiro, Brésil, Octobre 2000.

A. Matos

1. Université de Porto, Portugal, 3–10 septembre 2000.

J. van Iseghem

1. Universités de Tunis et Gabes, Tunisie, juin 2000.

SÉMINAIRES

1997

B. Beckermann

1. Université d'Anvers, Belgique.
2. Université de Lille I, 6 novembre 1997.

C. Brezinski

1. Université de Lille I, 30 janvier 1997.

2. IRISA, Rennes, 7 février 1997.
3. École Polytechnique, Palaiseau, 8 avril 1997.
4. Université Mohammed V, Rabat, 26 mai 1997.
5. Faculté des Sciences Semlalia, Marrakech, 28 mai 1997.
6. Université de Lille I, 19 juin 1997.
7. Université de Trondheim, 12 septembre 1997.
8. Université de Lille I, 9 octobre 1997.
9. École Nationale des Ponts et Chaussées, Marne–La–Vallée, 3 novembre 1997.
10. Computer and Automation Institute of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, 1er décembre 1997.

J.P. Chehab

1. Université Paris XI , Orsay, journée thématique sur les méthodes multiniveaux, janvier 1997.
2. Université de Lille I, 5 février 1997.
3. Université de Lille I, 12 mars 1997.

B. Germain–Bonne

1. Faculté des Sciences et Techniques de Gueliz, Marrakech, 26 mai 1997.

N. Revol

1. Université de Lille I, 11 décembre 1997.

1998

B. Beckermann

1. Steklov Institut, Moscou, Russie, 26 janvier 1998.
2. Université de Lille I, 18 juin 1998.
3. Universität GH Paderborn, Allemagne, 1 juillet 1998.
4. TU Chemnitz, Allemagne, 18 juillet 1998.
5. TU Bergakademie Freiberg, Allemagne, 18 juillet 1998.
6. INRIA Sophia Antipolis, 8 octobre 1998.

C. Brezinski

1. Université de Lille I, 15 octobre 1998.
2. Université de Porto, 30 octobre 1998.
3. Edinburgh Mathematical Society, 11 décembre 1998.

C. Calgari

1. LACO de l'Université de Limoges, 16 janvier 1998.
2. Laboratoire MSS–Mat de l'École Centrale de Paris, Châtenay–Malabry, 4 février 1998.
3. Laboratoire ASCI de l'Université de Paris–Sud, 26 février 1998.
4. Laboratoire ANO de l'Université de Lille, 9 avril 1998.

A. Matos

1. Université de Lille I, 28 mai 1998.

N. Revol

1. ENS Ulm, Paris, 23 juin 1998.
2. Université de Lille I, 29 octobre 1998.

J. van Iseghem

1. Université de Lille I, 12 février 1998.

1999

B. Beckermann

1. Universidad de Almeria, Espagne, 21 janvier 1999.
2. Universidad de Granada, Espagne, 22 janvier 1999.
3. Université de Lille I, 25 mars 1999.
4. Université de Lille I, 28 octobre 1999.

C. Brezinski

1. Université de Tràs os Montes, Vila Real, Portugal, 17 février 1999.
2. Université de Coimbra, 18 février 1999.
3. Université de Porto, 19 février 1999.

4. Université de Lille I, 22 avril 1999.
5. Université de Porto, 15 juillet 1999.
6. Université de la Calabria, Cosenza, 28 septembre 1999.
7. Université de la Calabria, Cosenza, 30 septembre 1999.
8. Université de Paris VI, 7 octobre 1999.
9. Université de Lille I, 4 novembre 1999.
10. École Polytechnique Fédérale, Lausanne, 10 décembre 1999.

C. Calgaro

1. LML de l'Université de Lille, 18 mars 1999.

J.P. Chehab

1. Université des Antilles et de la Guyanne (UAG), Pointe-à-Pitre, janvier 1999.
2. Université de Valenciennes, 3ieme journée EDP Lille-Calais-Valenciennes-Amiens, février 1999.
3. École des Mines de Douai, 23 juin 1999.

N. Revol

1. Université de Lille I, 18 novembre 1999.
2. Laboratoire LAMIH de Université de Valenciennes, 9 décembre 1999.

J. Van Iseghem

1. Université de Lille I, 1er avril 1999.

2000

B. Beckermann

1. Université du Littoral, Calais, 3 avril 2000.
2. Université Médicale de Lübeck, Allemagne, 11 septembre 2000.
3. Université Christian-Abrechts de Kiel, Allemagne, 14 septembre 2000.

C. Brezinski

1. Université de Vigo, Espagne, 31 janvier 2000.

2. Université de Cagliari, Italie, février 2000 et août 2000.
3. Université de La Laguna, Espagne, 11 avril 2000.
4. Université de Gran Canaria, Las Palmas, Espagne, 12 avril 2000.
5. Université de La Laguna, Espagne, 14 avril 2000.
6. Université de Padoue, Italie, 6 juin 2000.
7. Université de Cagliari, Italie, 30 et 31 août 2000.
8. Université de Lille I, 26 octobre 2000.
9. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, USA, 29 octobre–3 novembre 2000.

J.P. Chehab

1. Université Fédérale de Rio de Janeiro, Brésil, 17 octobre 2000.

N. Revol

1. Université de Bretagne Occidentale, Brest, 17 janvier 2000.
2. INRIA Lorraine, Nancy, 21 mars 2000.

ACTIVITÉS INTERNATIONALES

ORGANISATION DE CONGRÈS

1997

C. Brezinski

1. Membre du comité d'organisation du *Second Séminaire sur les Techniques Nouvelles de Traitement des Matrices Creuses pour les Problèmes Industriels*, Lille, 28–29 avril 1997.
2. Membre du comité international de programme du congrès *Third IMACS International Symposium on Iterative Methods in Scientific Computation*, Jackson Hole, Wyoming, 9–12 juillet 1997.

N. Revol

1. Membre du comité d'organisation du *Second Séminaire sur les Techniques Nouvelles de Traitement des Matrices Creuses pour les Problèmes Industriels*, Lille, 28–29 avril 1997.

1998

C. Brezinski

1. Membre du comité scientifique du congrès *Eighth International Congress on Computational and Applied Mathematics*, Leuven, Belgique, 27 juillet–1er août 1998.
2. Membre du comité scientifique international du congrès *Numerical Methods and Computational Mechanics*, Miskolc, Hongrie, 24–27 août 1998.
3. Membre du comité d'organisation du congrès *Numerical Methods for Partial Differential Equations*, Marrakech, Maroc, 14–18 septembre 1998.

N. Revol

1. membre de comités de programme du congrès *Real Numbers and Computers*, Paris, 27 au 29 avril 1998.

1999

C. Brezinski

1. Membre du comité scientifique du congrès *Analyse Non Linéaire et Optimisation*, Marrakech, Maroc, 27–29 avril 1999.
2. Membre du comité scientifique du congrès *Second Workshop on Large-Scale Scientific Computations*, Sozopol, Bulgarie, 2–6 juin 1999.
3. Membre du comité d'organisation du congrès international *Analytic Methods of Analysis and Differential Equations*, Minsk, Biélorussie, 14–18 septembre 1999.

N. Revol

1. membre du comité de programme du *3ième Séminaire sur les Techniques d'Algorithmique Numérique pour les Problèmes Industriels*, 1999.

2000

B. Beckermann

1. *Journée Approximation*, Université de Lille I, 16 Mars 2000.

C. Brezinski

1. Membre du comité de programme du *International Workshop on Parallel Matrix Algorithms and Applications*, Neuchatel, 18–20 août 2000.
2. Membre du comité scientifique international du *16th IMACS World Congress on Scientific Computation, Applied Mathematics and Simulation*, Lausanne, 21–25 août 2000.
3. Organisateur (avec P.R. Graves–Morris, M. Redivo Zaglia et A. Salam) du congrès *Matrix Iterative Analysis and Biorthogonality*, CIRM, Luminy, 2–6 octobre 2000.

A. Matos

1. *Journée Approximation*, Université de Lille I, 16 Mars 2000.

J. van Iseghem

1. *Journée Approximation*, Université de Lille I, 16 Mars 2000.

2001

B. Beckermann

1. Membre du comité d'organisation du congrès *International Conference on Numerical Algorithms*, Marrakech, Maroc, 1–5 octobre 2001.

C. Brezinski

1. Membre du Comité Scientifique du *Third International Conference on Large–Scale Scientific Computations*, Sozopol, Bulgarie, 6–10 juin 2001.
2. Membre du Comité de Programme du congrès *Algorithms for Approximation, IV*, Huddersfield, Angleterre, 16–20 juillet 2001.

J.P. Chehab

1. Membre du comité d'organisation du congrès *International Conference on Numerical Algorithms*, Marrakech, Maroc, 1–5 octobre 2001.

B. Germain–Bonne

1. Membre du comité d'organisation du congrès *International Conference on Numerical Algorithms*, Marrakech, Maroc, 1–5 octobre 2001.

A. Matos

1. Membre du comité d'organisation du congrès *International Conference on Numerical Algorithms*, Marrakech, Maroc, 1–5 octobre 2001.

J. van Iseghem

1. Membre du comité d'organisation du congrès *International Conference on Numerical Algorithms*, Marrakech, Maroc, 1–5 octobre 2001.

FONCTIONS ÉDITORIALES

C. Brezinski

Co-directeur de la collection de livres *Series in Computational Mathematics*, North-Holland, Amsterdam.

Editor at Large, Marcel Dekker, New York.

Membre de comité consultatif de la collection *World Scientific Series in Applicable Analysis*, World Scientific, Singapore.

Éditeur de la collection de livres *Transform Methods and Special Functions*, Gordon and Breach, Reading.

Membre du comité de rédaction des journaux

Journal of Computational and Applied Mathematics depuis 1983.

Applied Numerical Mathematics depuis février 1984.

Mathematics and Computers in Simulation, 1985 – 1991.

Zastosowania Matematyki (Applicationes Mathematicae) depuis 1988.

Numerical Algorithms, fondateur et rédacteur en chef depuis 1990.

Integral Transforms and Special Functions depuis 1992.

Advances in Computational Mathematics depuis 1992.

Numerische Mathematik depuis 1993.

Annals of Numerical Mathematics, fondateur et rédacteur en chef, 1992 – 1996.

Electronic Transactions on Numerical Analysis depuis 1994.

Communications in Applied Analysis depuis 1994.

Calcolo depuis 1997.

Journal of Applied Mathematics, rédacteur en chef depuis 2000.

CONTRATS ET ACCORDS DE COOPÉRATION

1. Action Intégrée Franco–Marocaine, USTL–Université Mohammed V de Rabat, 1996–1999 : **C. Brezinski, J. van Iseghem.**
2. Contrat Européen, Projet INCO-DC DAPPI (Mons, Belgique - Lille, France - Oujda, Maroc) : **N. Revol.**
3. Programme de Coopération Scientifique et Technique Franco–Portugais, USTL–Université de Porto, 1997–2000 : **C. Brezinski, A. Matos.**
4. Réseau Formation Recherche Franco–Russe (Moscou, Nishnii Novgorod, Russie – Rouen, Toulon, Lille, France), (Responsable A. Draux), 1997–2000 : **B. Beckermann, C. Brezinski, J. van Iseghem.**
5. Réseau universitaire franco-germano-russe (Moscou, Nishnii Novgorod, Russie – Lübeck, Hanover, Allemagne – Rouen, Lille, France), 2000–2003 : **B. Beckermann.**
6. Programme Tournesol, Cooperation franco-flamande (Leuven, Belgique – Lille, France) : **B. Beckermann, E. Bourreau, C. Brezinski, A.C. Matos, J. van Iseghem.** En attente de réponse.
7. Projet “Approximation rationnelle”, Programme INTAS (Leuven, Belgique – Moscou, Nishnii Novgorod, Russie – Madrid, Granada, Espagne – Coimbra, Portugal – Berlin, Allemagne – Lille, France) : **B. Beckermann, E. Bourreau, A.C. Matos, J. van Iseghem.** En attente de réponse.

Le Laboratoire a des coopérations internationales officiellement reconnues par un accord avec les Universités de Saragosse (Espagne), Utrecht (Pays–Bas) et Wroclaw (Pologne).

De plus nous avons des contacts scientifiques réguliers avec de nombreux laboratoires étrangers parmi lesquels il faut citer Berlin, Freiberg, Hanovre, Karlsruhe, Kiel, Lübeck, Munich, Regensburg (Allemagne), Bradford (Angleterre), Anvers, Bruxelles, Leuven, Namur (Belgique), Porto Nueva (Bénin), Rio de Janeiro (Brésil), Waterloo (Canada), Almeria, Grenade, La Laguna, Madrid, Seville (Espagne), Conakry (Guinée), Cagliari, Cosenza, Florence, Padoue (Italie), Marrakech, Rabat (Maroc), Coimbra, Porto (Portugal), Ann Arbor, Kent, Minneapolis, Philadelphie, Purdue, Stanford, Tampa (USA), Caracas (Vénézuéla).

INFORMATION ET DIFFUSION DE LA CULTURE SCIENTIFIQUE

Rappelons qu'en 1994, un chapitre de 186 pages a été écrit par C. Brezinski et J. van Iseghem pour le *Handbook of Numerical Analysis, vol. III* à la demande de ses éditeurs, P.G. Ciarlet et J.L. Lions.

Sous la direction de L. Wuytack (Prof. Université d'Anvers, Belgique) et C. Brezinski, le *Journal of Computational and Applied Mathematics* va publier, au cours de l'année 2000, un ensemble de sept volumes intitulés *Numerical Analysis in the 20th Century*. Ces volumes rassemblent des articles historiques et des articles de synthèse qui couvrent tous les domaines. Les articles historiques, avec un article historique général de C. Brezinski et L. Wuytack, seront regroupés dans un livre à paraître dans la série *Studies in Computational Mathematics* publiée par North-Holland.

Une version entièrement nouvelle du célèbre livre de M. Abramowitz et I.A. Stegun *Handbook of Mathematical Functions* est actuellement en cours d'élaboration sous la direction du *National Institute of Standards and Technology* avec le soutien du NSF et d'autres organismes d'état américains. À l'issue de ce projet, un livre de 1000 pages sera publié et une version plus complète sera disponible sur le web sous forme d'hypertexte. La rédaction du chapitre d'analyse numérique a été confiée à W. Gautschi (Prof. Université de Purdue, USA et ETH Zürich, Suisse) et C. Brezinski.

Le développement des méthodes d'accélération au vingtième siècle est décrit dans [48].

Une biographie de Stieltjes est parue [45] où son travail sur les fractions continues est analysé.

POLITIQUE SCIENTIFIQUE À VENIR

Tous les thèmes de recherche dont il a été question auparavant vont continuer à être actifs.

Cependant, dans les années à venir, nous comptons développer prioritairement les grands axes de recherche suivants

- Théorie de l'approximation et applications,
- Calcul formel et calcul scientifique,
- Analyse numérique des équations aux dérivées partielles et et calcul scientifique intensif.

Passons ces axes en revue de façon plus détaillée.

Théorie de l'approximation et applications

À partir des compétences actuelles du Laboratoire, le projet concernant l'approximation est très large et se développera selon trois directions principales

- *Algèbre linéaire*
(en collaboration avec l'Université Catholique de Leuven, l'Université Médicale de Lübeck, l'Université de Kiel et l'Université de Cosenza)

- Les méthodes de type Lanczos pour la résolution des systèmes linéaires représentent un vaste sujet, le défi étant de faire le lien avec les orthogonalités vectorielle et matricielle tant du point de vue théorique que numérique et algorithmique.
- Dans de multiples domaines du calcul scientifique, comme par exemple la discrétisation des équations aux dérivées partielles, on est amené à résoudre un grand système linéaire $Ax = b$, avec A ayant une forme particulière (creuse, symétrique, définie positive). On applique typiquement la méthode du gradient conjugué ou des méthodes comme MINRES, GMRES, BiCGStab. Néanmoins, les résultats théoriques connus sur la convergence sont basés sur le conditionnement (souvent élevé) de A et ne prédisent pas bien le comportement de convergence observé expérimentalement; ils sont de loin trop pessimistes. Ce phénomène - connu sous le nom de convergence superlinéaire - peut être expliqué par la répartition non homogène du spectre de la matrice A . Jusqu'à présent, seulement des arguments heuristiques étaient connus pour expliquer ce phénomène.

Récemment, nous avons donné de nouvelles formules analytiques décrivant le comportement asymptotique du taux de convergence de la méthode du gradient conjugué en fonction de la répartition "asymptotique" du spectre (obtenue par exemple en variant un pas de discrétisation). Ici un élément essentiel est l'étude des problèmes d'équilibre en théorie du potentiel logarithmique. Le transfert de notre expertise dans ce domaine et son application en algèbre linéaire numérique a déjà donné suite à des résultats très prometteurs

(systèmes de Toeplitz, différences finies pour les problèmes d'EDP elliptiques du second ordre). Néanmoins, de nombreuses questions importantes restent encore ouvertes, comme par exemple

- * influence des préconditionneurs utilisés en pratique (ICCG, préconditionneurs circulants (avec Leuven), préconditionneurs polynomiaux (avec Lübeck))
- * généralisations possibles aux systèmes non symétriques (avec Leuven)
- * applications au problème de Navier-Lamé venant d'un problème d'imagerie médicale (avec Lübeck)
- * applications aux systèmes provenant d'une discrétisation par éléments finis (avec Kiel).

- *Polynômes orthogonaux, approximation rationnelle et fractions continues*
(en collaboration avec les Universités de Berlin, Coimbra, Freiberg, Granada, Leuven, Madrid, Moscou, Nishnii Novgorod, Porto)

Ces thèmes sont parmi les domaines privilégiés de notre Laboratoire. Nous développerons soit des questions théoriques soit des applications à d'autres domaines.

- Ces théories nous ont permis d'aborder le problème extrêmement vaste des opérateurs aux différences et des systèmes dynamiques associés. Une collaboration Intas (Russie–Belgique–Espagne–France) est en projet, qui reconnaît notre expertise et nous permettra de développer ces questions.
- Grâce à ces diverses expertises, on s'attaquera à un certain nombre de problèmes actuels comme la caractérisation d'une fonction de Stieltjes vectorielle, la généralisation des systèmes de Toda, Bogoyavlensky, Korteweg de Vries, l'étude de perturbations de matrices de Toeplitz bande par exemple. Ces questions ont certaines connexions avec des méthodes d'accélération de la convergence. Pour mener à bien ces nombreux projets, nous sommes d'ailleurs engagés dans plusieurs collaborations internationales.
- Un autre aspect intéressant dans l'étude des opérateurs aux différences est la possibilité d'obtenir des résultats de convergence pour les approximants rationnels ainsi que le comportement asymptotique des polynômes orthogonaux formels sous-jacents. Cette étude a été déjà entamée avec succès dans le cas scalaire, et une généralisation pour les approximants vectoriels et matriciels nous semble prometteuse.
- L'étude de la convergence et des propriétés d'accélération des approximants de Padé–Legendre doit être étendue à d'autres séries orthogonales. Le développement d'algorithmes efficaces de calcul de suites de ces approximants est en cours. Des applications aux méthodes spectrales pour la résolution d'équations aux dérivées partielles semblent particulièrement intéressantes.

- *Aspects numériques du contrôle*

Les problèmes de contrôle interviennent dans de très nombreux domaines appliqués.

Les techniques numériques utilisées en contrôle sont

- Approximation
 - * Polynômes orthogonaux formels
 - * Approximation de Padé
 - * Inversion de la transformée de Laplace
- Algèbre numérique linéaire
 - * Procédé de tridiagonalisation de Lanczos
 - * Méthodes de projection pour les systèmes linéaires
 - * Estimation de l'erreur
 - * Régularisation des systèmes mal conditionnés
 - * Équations de Sylvester et de Riccati

Il nous a semblé important d'utiliser notre expertise dans ces domaines pour développer des techniques spécifiques utilisables en contrôle.

Un premier travail dans ce sens a déjà été réalisé et, depuis la rentrée 2000, l'un des cours du DEA de Mathématiques Appliquées traite du contrôle linéaire et de ses aspects numériques.

Nous pensons ainsi établir une collaboration avec des écoles d'ingénieurs (en particulier avec L'École Centrale de Lille) et nous rapprocher de partenaires industriels. Cela nous permettra d'obtenir des contrats, des stages et d'offrir des débouchés industriels aux étudiants du DEA de Mathématiques Appliquées.

Calcul formel et calcul scientifique

Le Laboratoire souhaite poursuivre ses activités au niveau du calcul formel et de la fiabilité des calculs numériques.

- *Calcul formel*
(en collaboration avec l'LIFL et l'AGAT à Lille, l'Université de Waterloo et le projet INRIA Arénaire, LIP, École Normale Supérieure de Lyon)

Les Laboratoires LIFL, AGAT et ANO à l'USTL souhaitent regrouper leurs activités au niveau du calcul formel. Cette plus grande visibilité à l'extérieur permettra une coordination de la recherche dans plusieurs domaines (citons par exemple le problème challenge des bases de Groebner pour les données numériques), et d'initier d'autres activités comme l'accueil du projet MEDICIS à Lille.

Au sein du Laboratoire, on collabore depuis plus de sept ans avec l'équipe de recherche en calcul formel de Waterloo (site de création du logiciel MAPLE). Cette collaboration sera renforcée dans les domaines suivants

- Les systèmes de calcul formel comme MAPLE serviront de plus en plus comme interface entre calcul symbolique et calcul numérique. Par conséquent il est nécessaire d'étudier la sensibilité des outils classiques en calcul formel par rapport aux perturbations des données. Nos études dans ce domaine de calcul "semi-numérique" doivent être poursuivies.

- Une tâche fondamentale en calcul formel est de trouver une forme normale (par exemple, d’Hermite ou de Popov) d’une matrice polynomiale. À titre d’exemple, mentionnons le calcul du pgcd matriciel, avec des applications en théorie des systèmes. Dans ce domaine, le développement de méthodes sans fractions reste encore un problème largement ouvert à ce jour . Dans un projet de collaboration avec Waterloo et Lyon, nous cherchons à adapter notre méthode FFFG au calcul des formes normales d’une matrice polynomiale à coefficients dans un anneau abstrait.

- *Calcul scientifique*

(en collaboration avec l’Université de Szeged, Hongrie et le projet INRIA Arénaire, LIP, École Normale Supérieure de Lyon)

Une approche possible pour garantir des bornes sur les résultats des calculs consiste à utiliser l’arithmétique par intervalles. Un premier travail consistera à intégrer l’arithmétique multi-précision dans cette arithmétique afin d’affiner la précision obtenue sur les résultats. Il importera ensuite de valider cette approche sur un type d’application déjà étudié, à savoir le problème de l’optimisation globale d’une fonction continue (problèmes de Fekete et du *circle packing*). Enfin, la parallélisation des problèmes irréguliers, pour lesquels une bonne distribution des calculs ne peut être construite *a priori* – et de cette application en particulier – doit être poursuivie dans la direction de la programmation multi-threadée et de son extension aux architectures hétérogènes (*metagrid*).

Analyse numérique des équations aux dérivées partielles et calcul scientifique intensif

Une approche récente pour la résolution d’équations aux dérivées partielles issues de la physique ou de la mécanique consiste à produire une séparation de la solution en structures d’ordre de grandeurs différents. Ces structures ne sont pas présentes de manière naturelle lorsque la discrétisation en espace est réalisée par différences finies ou par éléments finis.

- *Méthodes multi-niveaux*

(en collaboration avec l’Université d’Orsay et la Faculté des Sciences de Monastir – Tunisie).

La séparation en structures de la solution (issue d’une discrétisation par éléments finis ou par ondelettes) sera prise en compte pour continuer le développement des méthodes multi-niveaux dans le cadre des équations aux dérivées partielles non linéaires évolutives (Navier–Stokes) lorsque la solution ne converge pas vers un état stationnaire.

La résolution d’équations différemment approchées selon le niveau, la localisation du traitement par décomposition de domaine appliquée à des problèmes couplés ou dans des domaines complexes, l’équilibrage des tâches dans la parallélisation de codes ainsi que l’extension de ces méthodes aux problèmes en dimension trois d’espace seront parmi les thèmes à développer.

- *Méthodes adaptatives et algèbre linéaire*

(en collaboration avec l’Université de Padoue – Italie).

Les idées à la base des méthodes de décomposition de domaine et des méthodes multigrilles seront appliquées au problème de mise à jour de la solution. Ce type de problèmes se présente

dans la méthode d'éléments finis, après une étape d'adaptation de maillage imposée par des estimations d'erreur de la solution. Les applications envisagées sont l'étude de la pollution dans la lagune de Venise et une classe de problèmes d'optimisation.

- *Méthodes incrémentales*

(en collaboration avec l'Université Fédérale de Rio de Janeiro – Brésil).

Les méthodes incrémentales consistent à traiter numériquement de manière différente les blocs de composantes de la solution approchée associés aux grandes et aux petites structures. On utilise alors les préconditionneurs hiérarchiques comme outils de compression de données pour décomposer localement une même entité en diverses structures.

Plus largement, cette approche permet d'aborder les méthodes itératives en exploitant une décomposition *a priori* de la solution. Il s'en suit une généralisation de la notion de stabilité (qui n'est plus "nivelée par le bas") via une approche plus large de la relaxation et donc de nombreux procédures itératives. À partir de la construction de schémas explicites simples d'intégration en temps, on cherchera à montrer que pour certains choix de paramètres, les processus obtenus sont plus stables que ceux classiques, pour une précision comparable. Les tests porteront sur des calculs de solutions stationnaires de problèmes classiques (Burgers, Cavité 2D). Différents type d'inconnues incrémentales seront testés.

Après avoir interprété les nouveaux schémas d'un point de vue dynamique, on cherchera aussi à développer des méthodes adaptatives. La parallélisation de gros codes (plus d'un million d'inconnues) sera recherchée.

- *Techniques de préconditionnement multiprécision*

(en collaboration avec les Universités d'Orsay et d'Amiens).

La résolution numérique d'EDP discrétisées avec une grande précision (comparable à celle du spectral) met parfois en jeu des matrices pleines et généralement mal conditionnées.

On se propose d'étudier le préconditionnement du problème discrétisé avec précision donnée par la solution numérique du même problème mais discrétisé avec une précision moindre ce qui en rend la résolution généralement plus aisée; on peut utiliser dans certains cas des solveurs rapides.

Ce projet porte sur le cas de la discrétisation par éléments finis; il s'appuie sur des résultats déjà obtenus en différences finies, pour lesquels la technique d'approche est radicalement différente et vise dans un premier temps la résolution de problèmes tests 2D (Poisson et Stokes) et 3D (Poisson).

CONCLUSIONS

• Besoins en postes

L'Université des Sciences et Technologies de Lille, en collaboration avec l'Université du Littoral et l'Université de Valenciennes, propose un DEA de Mathématiques Appliquées depuis la rentrée 2000. Ce DEA est conçu pour former à la recherche – universitaire et industrielle – en mathématiques appliquées les étudiants venant des maîtrises de mathématiques et des écoles d'ingénieurs. Dans la conception du plan d'études, l'une de nos préoccupations principales a été de renforcer l'interaction avec les écoles d'ingénieurs et les autres DEA de l'École Doctorale "Sciences Pour l'Ingénieur", par exemple celui d'Informatique, celui de Mécanique ou celui de Mathématiques Pures, tout en assurant la formation la plus complète possible en mathématiques appliquées.

Le Laboratoire a participé activement à la conception de ce nouveau DEA; l'un de ses membres (B. Beckermann) est en d'ailleurs responsable. Ce DEA de Mathématiques Appliquées nous permettra d'assurer une bonne formation des futurs chercheurs en analyse numérique.

D'un autre côté, le Laboratoire ANO s'est, depuis quelques années, ouvert à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles et au calcul scientifique intensif, domaines extrêmement importants des mathématiques appliquées. Cette ouverture s'est manifestée par le recrutement de deux Maîtres de Conférences (J.P. Chehab et C. Calgaro).

Il est maintenant indispensable que le Laboratoire ANO puisse recruter un Professeur dans ce domaine.

Ce recrutement se justifie pleinement par

- les besoins d'enseignement en analyse numérique qui dépassent largement les possibilités du Laboratoire ANO. D'autre part, il n'y a, à l'USTL, aucun professeur spécialiste en analyse numérique des équations aux dérivées partielles pour assurer les cours correspondants de maîtrise et de DEA,
- l'encadrement des deux Maîtres de Conférences en cours d'Habilitation qui doivent actuellement travailler seuls,
- le besoin, avec le nouveau DEA de Mathématiques Appliquées, de pouvoir encadrer, à l'USTL, des thèses sur les équations aux dérivées partielles. Actuellement cela n'est pas possible et les étudiants qui désirent faire une thèse dans ce domaine doivent s'inscrire à l'Université de Valenciennes ou à celle du Littoral. C'est une situation préjudiciable à l'USTL.

Pour répondre complètement aux besoins de l'enseignement d'analyse numérique et augmenter le potentiel de recherche du Laboratoire ANO, il serait extrêmement souhaitable d'obtenir aussi un poste supplémentaire de Maître de Conférences.

- **Besoins financiers**

Équipements

Par sa nature même, l'analyse numérique doit s'appuyer sur des moyens informatiques importants. Actuellement, le Laboratoire dispose de trois serveurs SUN (partiellement obsolètes) Sparc10, Ultra 1/144 et Ultra 10, ainsi que d'un certain nombre de Terminaux, PC et Macintosh qui permettent la gestion ainsi qu'une réalisation des projets de calcul scientifique à petite échelle. Pour les projets à très grande échelle, l'USTL vient d'acquérir un ordinateur parallèle puissant (IBM), et quatre membres du Laboratoire ont suivi des stages de formation pour se servir de cet ordinateur dans leur recherche. Néanmoins, il manque cruellement un serveur puissant au sein du Laboratoire pour les travaux de recherche de taille moyenne, ainsi que pour répondre aux besoins de sauvegarde, de disque dur et des services d'internet.

Les crédits annuels alloués au Laboratoire ANO ne permettent que très difficilement (accumulation de tous les crédits sur 5-6 ans) l'achat d'une telle machine avec ses périphériques. Pour assurer un environnement de travail nécessaire pour une recherche de pointe au sein du Laboratoire, le budget matériel informatique devrait évoluer d'une manière conséquente.

Dans ce contexte, il convient d'ajouter que les moyens alloués pour l'achat et la location des logiciels de calcul scientifique (Matlab, Maple, mailleur en 3D, outils de visualisation graphique) sont largement insuffisants, vu aussi l'augmentation du prix de ces produits. De plus, le recrutement d'un ingénieur système au Laboratoire ANO nous semble indispensable pour la gestion du parc informatique (site internet inclus) et pour le développement de logiciels, tâches actuellement effectuées par des enseignants-chercheurs du Laboratoire.

Fonctionnement

En ce qui concerne le fonctionnement, la somme allouée ne permet que très peu de déplacements à des congrès internationaux (les frais d'inscription étant souvent de l'ordre de 1500 F par congrès). C'est une situation extrêmement préjudiciable à la dissémination des résultats obtenus dans le Laboratoire, à des contacts scientifiques fructueux et au développement normal d'une carrière de chercheur de haut niveau.

Afin de pouvoir continuer à tenir le rang international qui est le sien, à assurer convenablement ses missions de recherche, de divulgation de la culture scientifique et d'enseignement, le Laboratoire d'Analyse Numérique et d'Optimisation à un besoin impératif

- de postes d'enseignants,
- de crédits de fonctionnement et d'équipement plus conséquents.